



Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский
университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Отчет по лабораторной работе №7

«Полевые транзисторы»

Студент: **Платонова Марина Игоревна**

Группа: **ИУ7-31Б**

Вариант: **92**

Название предприятия **НУК ИУ МГТУ им. Н. Э. Баумана**

Студент

Платонова М.И.

Преподаватель

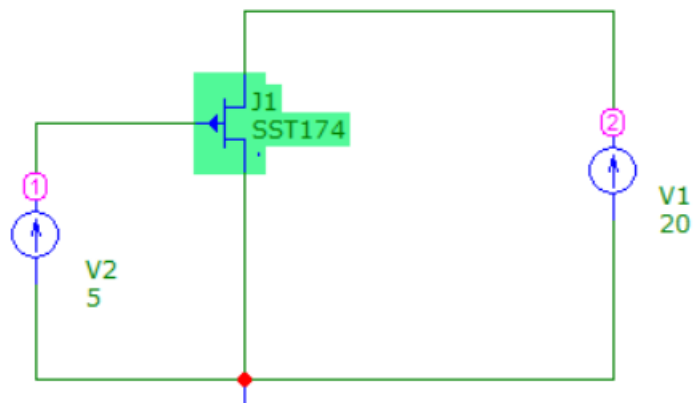
Оглоблин Д.И.

Оценка _____

2023 г.

Эксперимент 7

PNP JFET SST174:



Передаточная характеристика:

DC Analysis Limits

Run Add Delete Expand... Stepping... Properties... Help...

Sweep

Variable	Method	Name	Range
Variable 1	Linear	V2	5,0,.5
Variable 2	List	V1	-2, -5, -10

Temperature

Method	Range
List	27

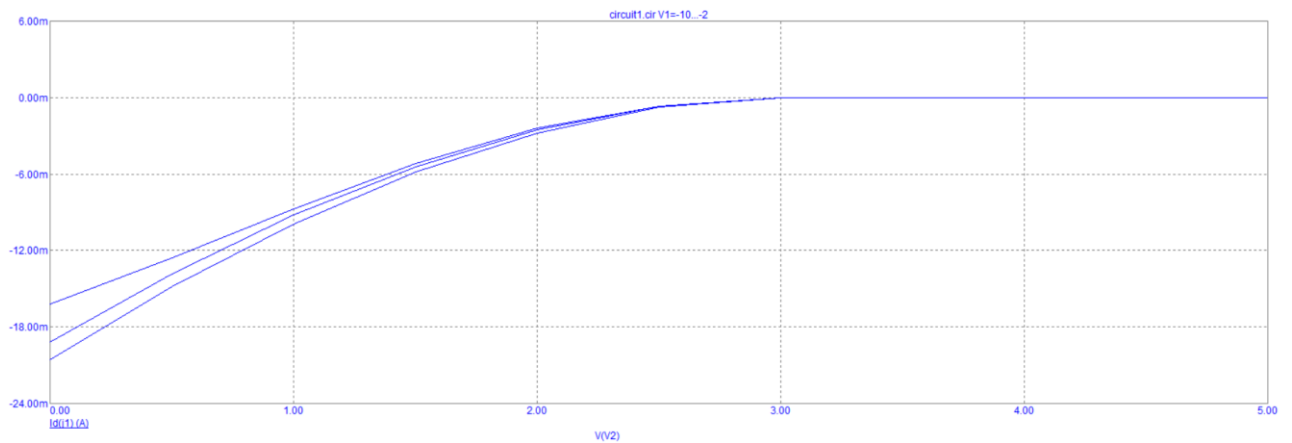
Number of Points: 51

Maximum Change %: 5

Run Options: Normal ☒ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

Ignore Expression Errors	Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
<input checked="" type="checkbox"/>		1	DCINPUT1	Id(j1)	AutoAlways	AutoAlways
<input checked="" type="checkbox"/>					AutoAlways	AutoAlways
<input checked="" type="checkbox"/>					AutoAlways	AutoAlways

Specifies temperature values to be used for analysis. To[,From[,Step]]



$U_{отс} = 3В$ – напряжение отсечки

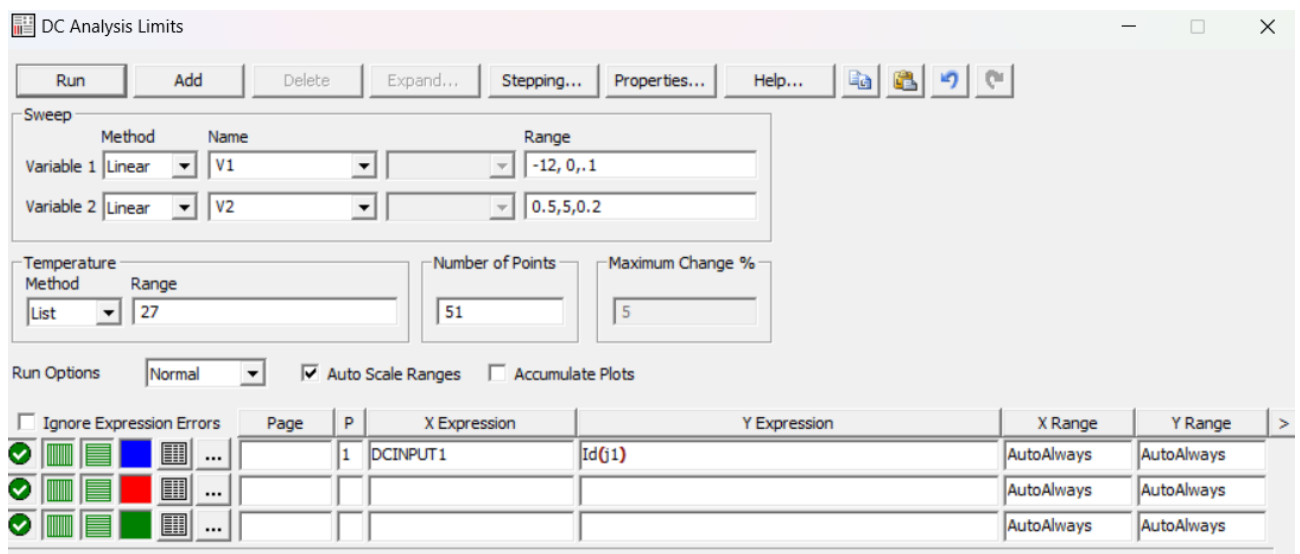
Крутизна:

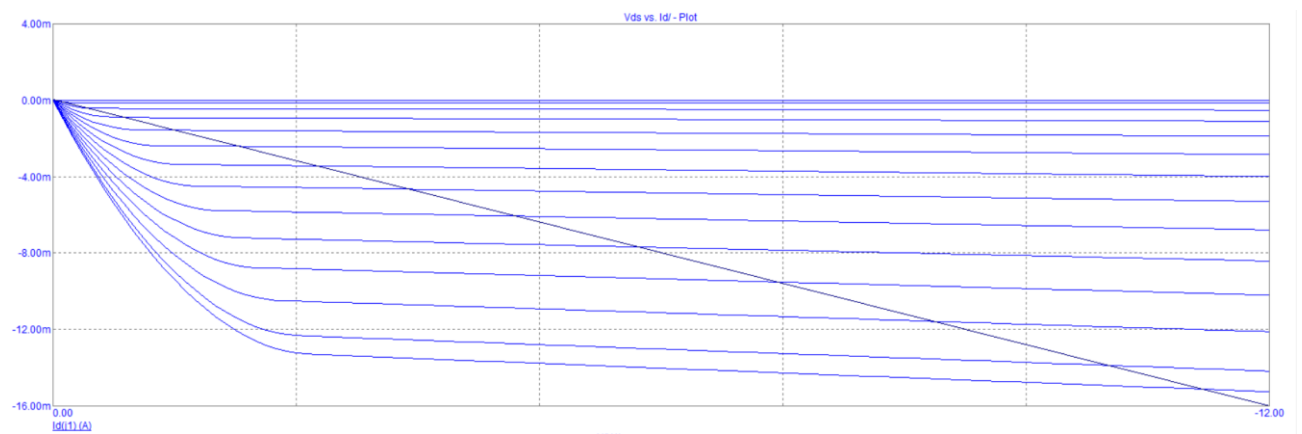
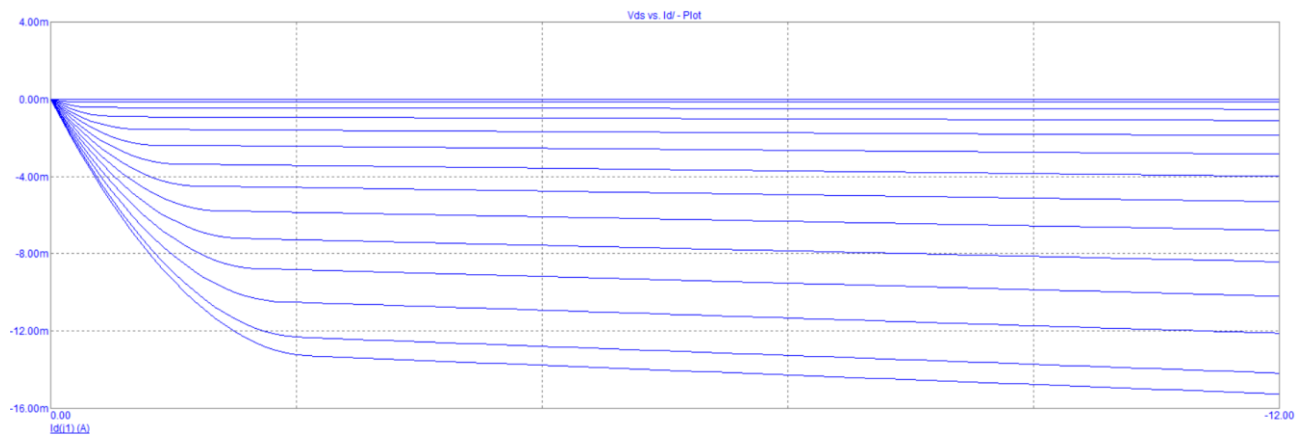
$$S_{max} = \frac{2I_{нач}}{U_{отс}}$$

Расчет крутизны транзистора:

Напряжение U, В	Сила тока I, мА	Крутизна Smax, мА/В
2	16	5.3
5	19	6.3
10	20	6.6

Выходная характеристика:

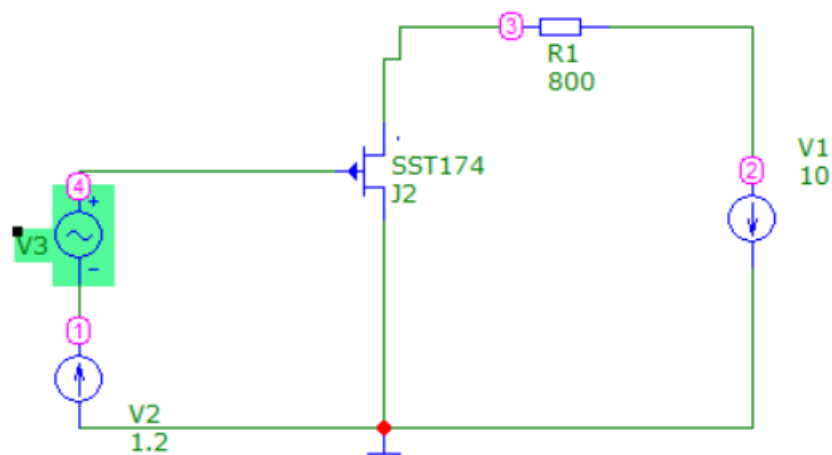




Возьмем рабочую точку: $V = 6\text{В}$, $I = 7.5\text{мА}$, $V_{gs} = 1.2\text{В}$

$$R = \frac{(E_{\text{пит}} - U)}{I} = 800 \text{ Ом}$$

Соберем усилитель:



Sine Source

Name

MODEL

Show

Value

1MHZ

Show

Change

Display

☐ Pin Markers
☐ Pin Names
☐ Pin Numbers
☒ Current
☒ Power
☒ Condition

Shape

Border

Fill

PART=V3

MODEL=1MHZ

SMOKE=

COST=

POWER=

SHAPEGROUP=Default

PACKAGE=

Voltage vs. Time

1KHZ

1MHZ

3PHASEA

3PHASEB

3PHASEC

5KHZ

60HZ

GENERAL

OK

Cancel

Font...

Add

Delete

Browse...

New

Find...

Plot...

Syntax...

IBIS...

Help...

Enabled

TRUE

Columns

3

☒ Help Bar

[File Link](#)

☐ Show Data on Exit

Source: Local page 'Models'

A

0.1

PH

0

TAU

0

DC

0

RP

0

F

5kHz

RS

1m

Transient Analysis Limits

Run Add Delete Expand... Stepping... PSS... Properties... Help...

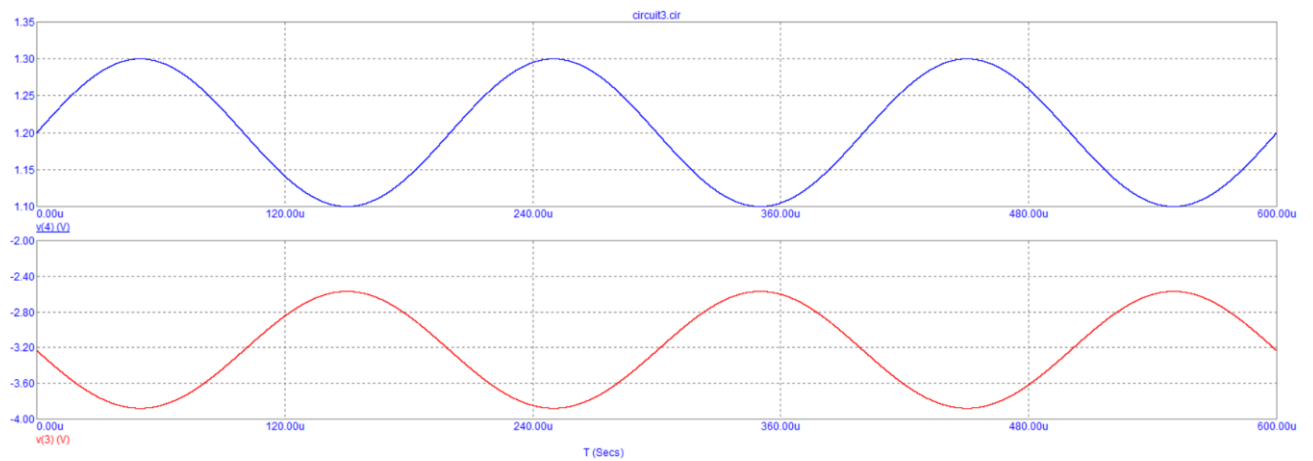
Maximum Run Time: 600u
Output Start Time (tstart): 0
Maximum Time Step: 1n
Number of Points: 5100
Temperature: Linear 27
Retrace Runs: 1

Run Options: Normal
State Variables: Zero
☒ Operating Point ☐ Accumulate Plots
☐ Operating Point Only ☐ Fixed Time Step
☐ Auto Scale Ranges ☒ Periodic Steady State

☐ Ignore Expression Errors

	Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	T	v(4)	AutoAlways	AutoAlways
<input checked="" type="checkbox"/>	2	2	T	v(3)	AutoAlways	AutoAlways
<input checked="" type="checkbox"/>					AutoAlways	AutoAlways

Runs the analysis.

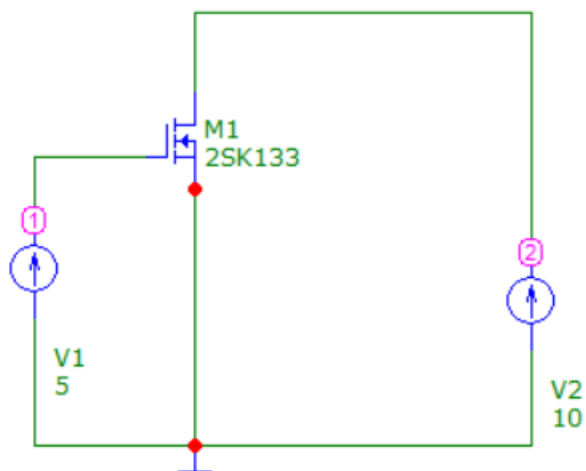


$$A_{до} = 1.3 - 1.1 = 0.2V$$

$$A_{после} = 3.9 - 2.5 = 1.4V$$

$$K = \frac{A_{после}}{A_{до}} = 7$$

Nmos 2SK133:



DC Analysis Limits

Run Add Delete Expand... Stepping... Properties... Help...

Sweep

Variable	Method	Name	Range
Variable 1	Linear	V1	8, -4, 0.2
Variable 2	List	V2	2, 5, 10

Temperature

Method	Range
List	27

Number of Points: 51

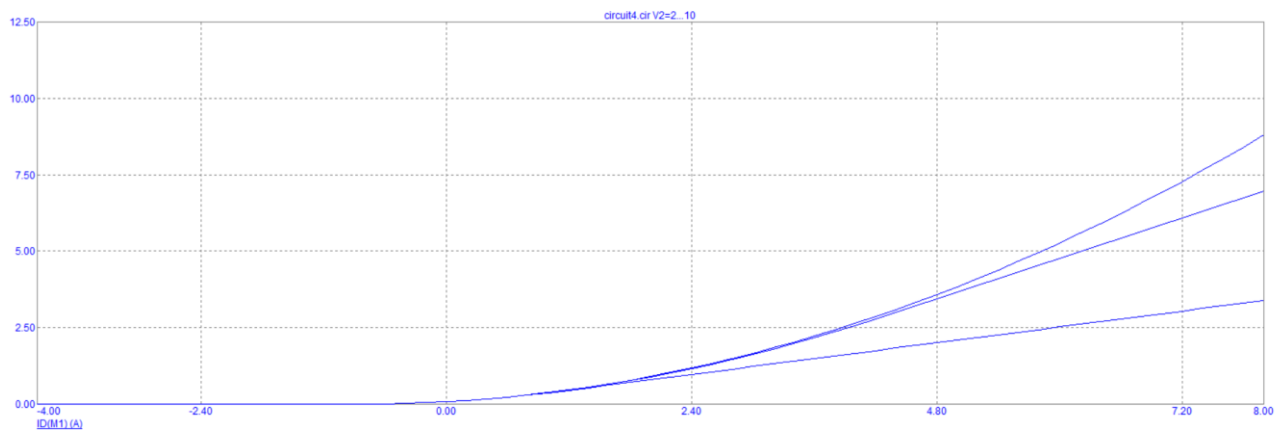
Maximum Change %: 5

Run Options: Normal ☒ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

☐ Ignore Expression Errors

	Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
<input checked="" type="checkbox"/>		1	DCINPUT1	ID(M1)	AutoAlways	AutoAlways
<input checked="" type="checkbox"/>					AutoAlways	AutoAlways
<input checked="" type="checkbox"/>					AutoAlways	AutoAlways

Переходная характеристика:



$$U_{откр} = 0.5V$$

Выходная характеристика:

DC Analysis Limits

Run Add Delete Expand... Stepping... Properties... Help...

Sweep

Variable	Method	Name	Range
Variable 1	Linear	V2	20, 0, 0.5
Variable 2	Linear	V1	7, 0, 0.5

Temperature

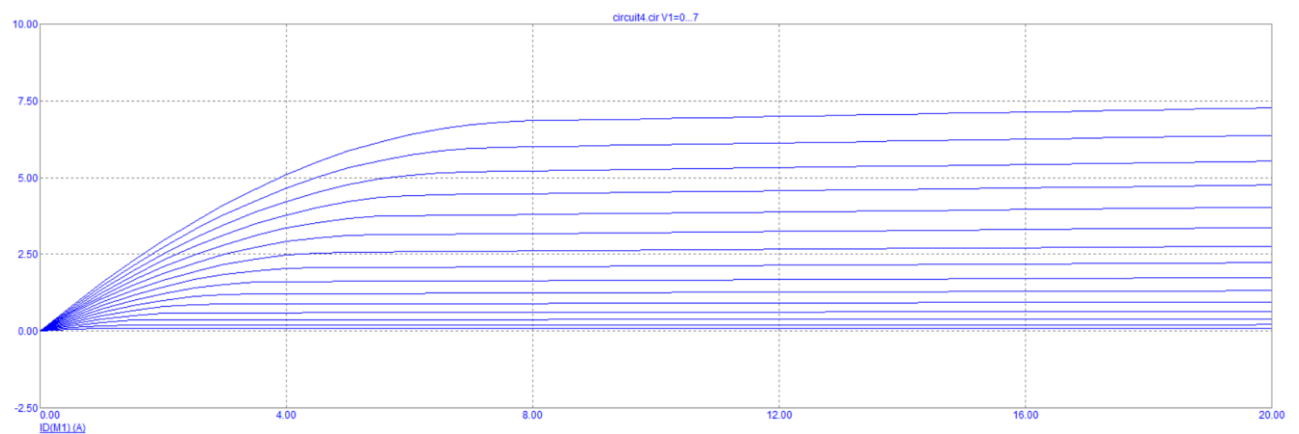
Method	Range
List	27

Number of Points: 51

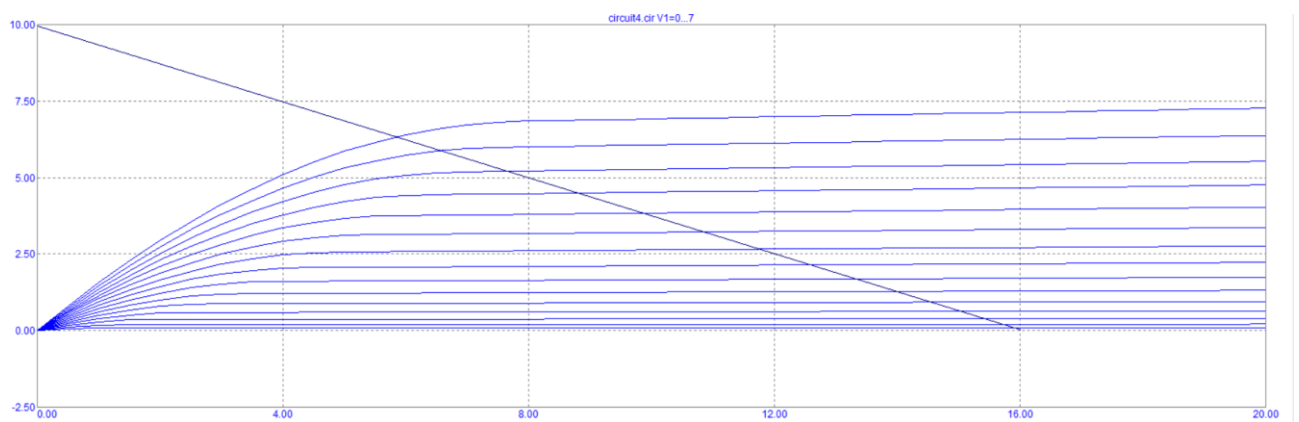
Maximum Change %: 5

Run Options: Normal ☒ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

Ignore Expression Errors	Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
<input checked="" type="checkbox"/>		1	DCINPUT1	ID(M1)	AutoAlways	AutoAlways
<input checked="" type="checkbox"/>					AutoAlways	AutoAlways
<input checked="" type="checkbox"/>					AutoAlways	AutoAlways



Проведем нагрузочную прямую:

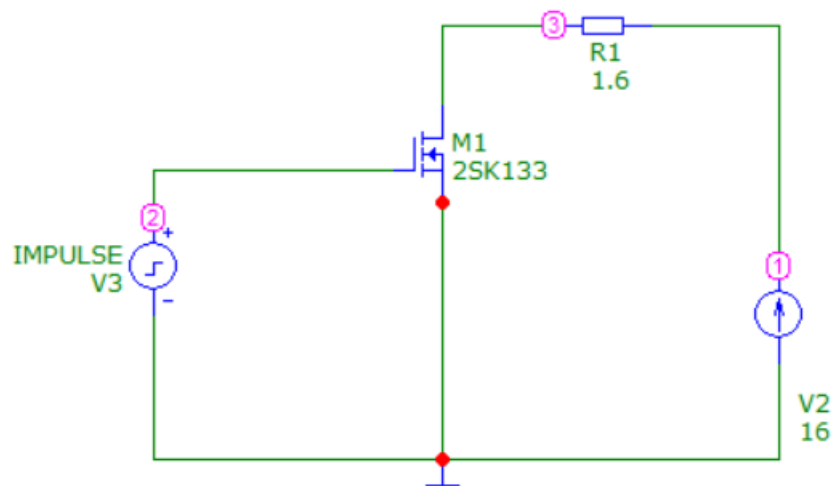


$$I = 10A, E = 16V.$$

$$R = 16/10 = 1.6 \Omega$$

$$V_{gs} = 7 \text{ В}$$

Соберем ключ:



Pulse Source

Name: ☐ Show

Value: ☐ Show

Display: ☐ Pin Markers ☐ Pin Names ☐ Pin Numbers ☒ Current ☒ Power ☒ Condition

Shape:

PART=V3
MODEL=IMPULSE
 SMOKE=
 COST=
 POWER=
 SHAPEGROUP=Default
 PACKAGE=

Voltage vs. Time

IMPULSE
 PULSE
 SAWTOOTH
 SQUARE
 TRIANGLE

OK Cancel Font... Add Delete Browse...
 New Find... Plot... Syntax... IBIS... Help...

Enabled: Columns:

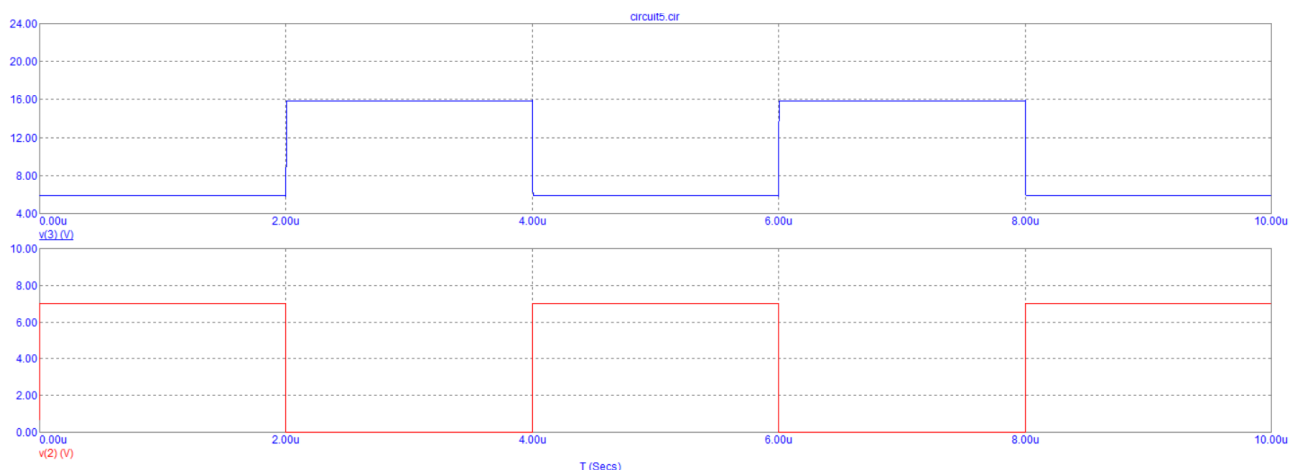
☒ Help Bar [File Link](#)

☐ Show Data on Exit

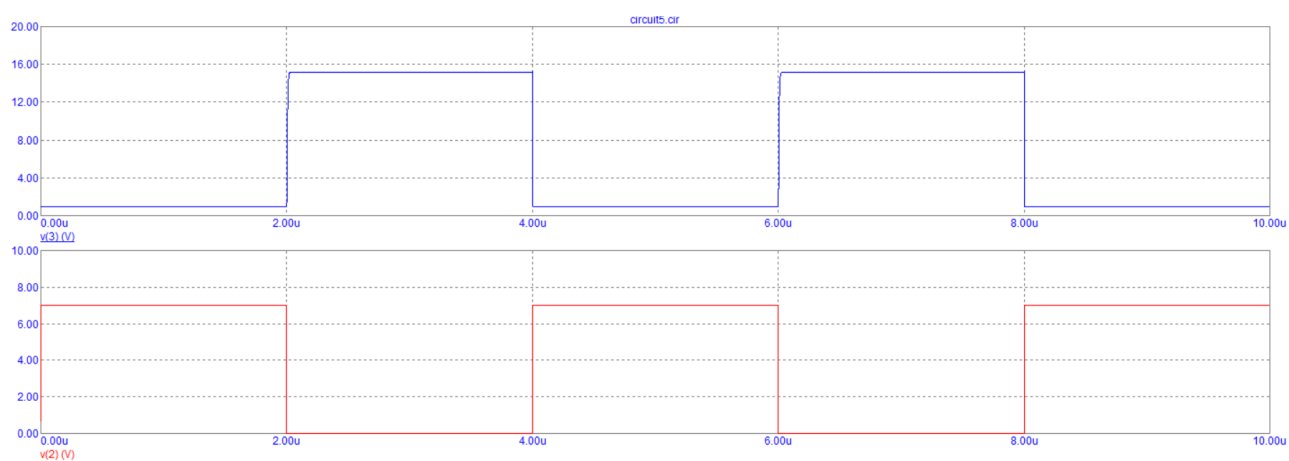
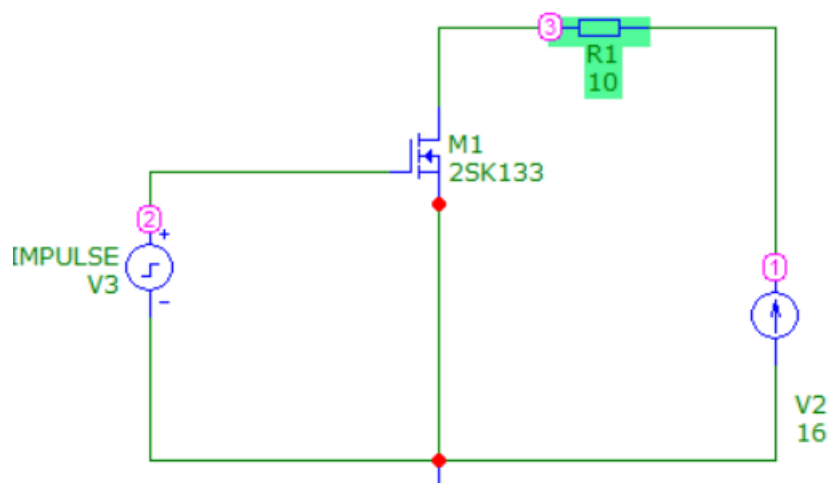
Source: Local page 'Models'

P1: P2: P3:
 P4: P5: VONE:
 VZERO:

The attribute name.



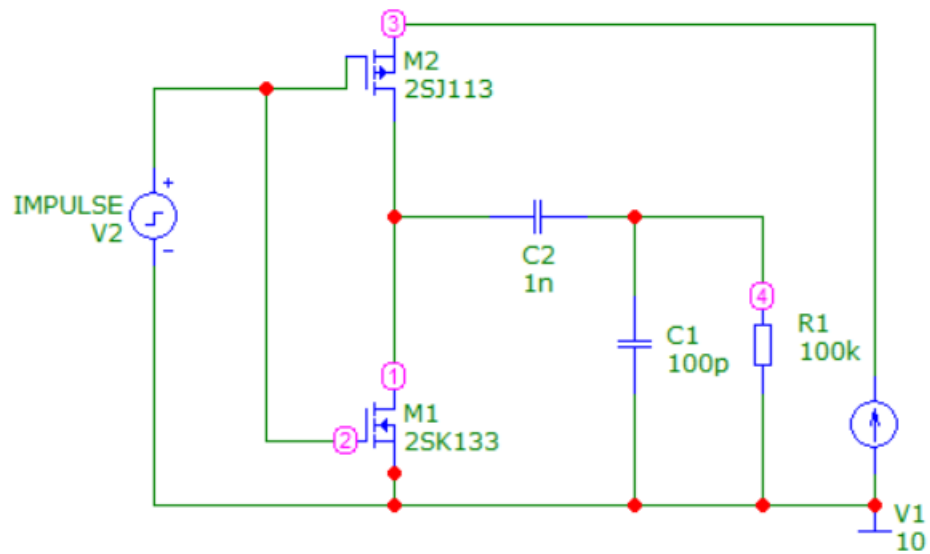
Напряжение в открытом состоянии $6V > 1.5V$, увеличим сопротивление:



Теперь напряжение в открытом состоянии $0.8 \text{ В} < 1 \text{ В}$.

Эксперимент 8

Соберем цифровой ключ КМОП:



Pulse Source

Name: ☐ Show Value: ☐ Show

Display: ☐ Pin Markers ☐ Pin Names ☐ Pin Numbers ☒ Current ☒ Power ☒ Condition

Shape:

PART=V2
 MODEL=IMPULSE
 SMOKE=
 COST=
 POWER=
 SHAPEGROUP=Default
 PACKAGE=

OK Cancel Font... Add Delete Browse...

New Find... Plot... Syntax... IBIS... Help...

Enabled: Columns:

☒ Help Bar [File Link](#)

☐ Show Data on Exit

Source: Local page 'Models'

P1: P2: P3:
 P4: P5: VONE:
 VZERO:

5
 IMPULSE
 PULSE
 SAWTOOTH
 SQUARE
 TRIANGLE

Transient Analysis Limits

Run Add Delete Expand... Stepping... PSS... Properties... Help...

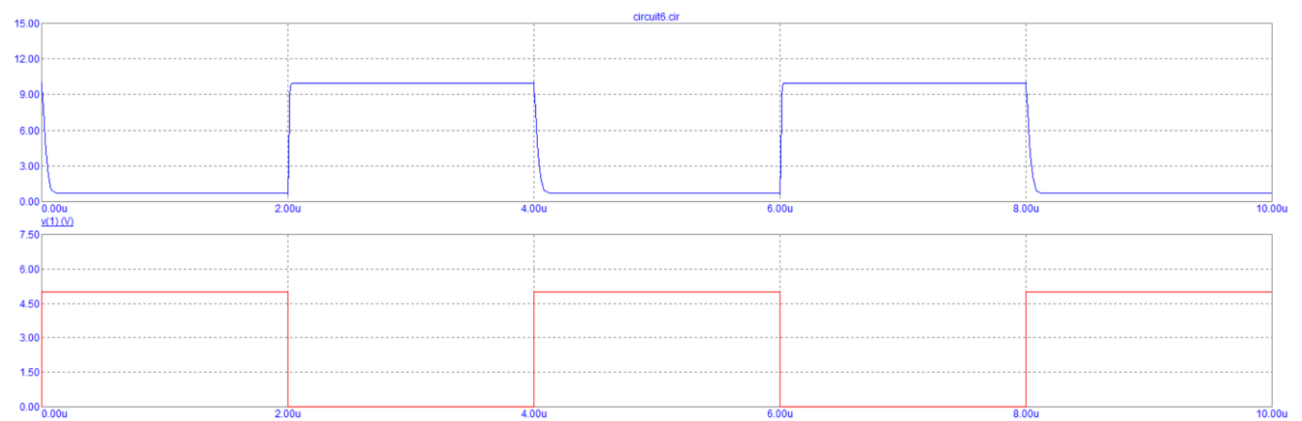
Maximum Run Time: 10u
Output Start Time (tstart): 0
Maximum Time Step: 0
Number of Points: 51
Temperature: Linear 27
Retrace Runs: 1

Run Options: Normal
State Variables: Zero

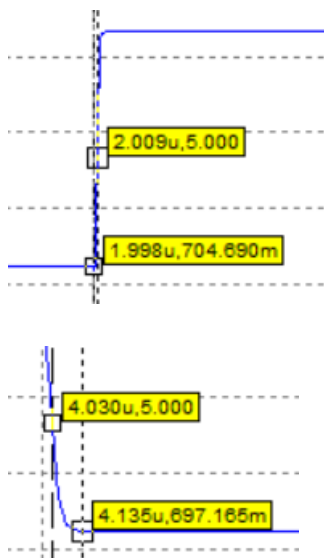
☒ Operating Point ☐ Accumulate Plots
☐ Operating Point Only ☐ Fixed Time Step
☒ Auto Scale Ranges ☐ Periodic Steady State

☐ Ignore Expression Errors

	Page	P	X Expression	Y Expression	X Range	Y Range
<input checked="" type="checkbox"/>		1	T	v(1)	1e-5,0,2e-6	15,0,3
<input checked="" type="checkbox"/>		2	T	v(2)	1e-5,0,2e-6	7.5,0,1.5
<input checked="" type="checkbox"/>						



Задержки:

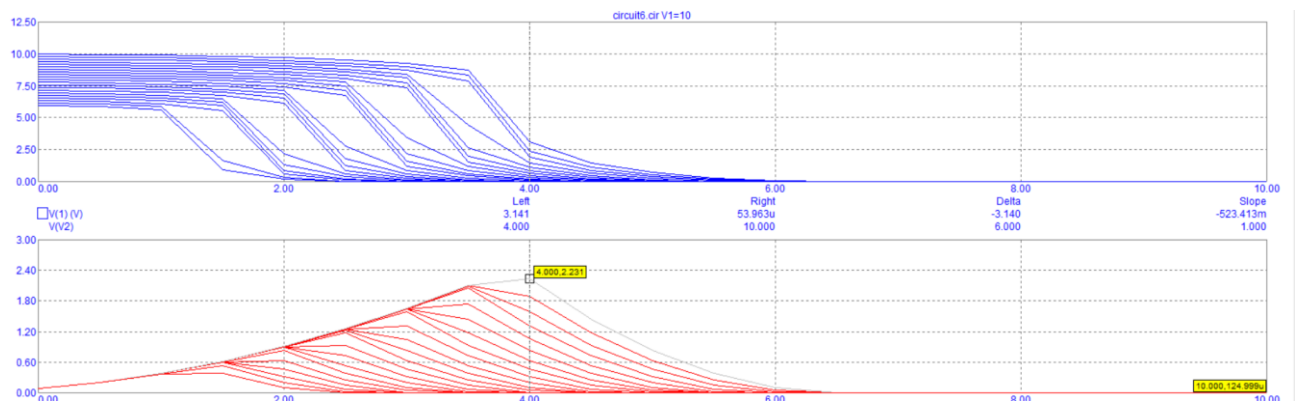
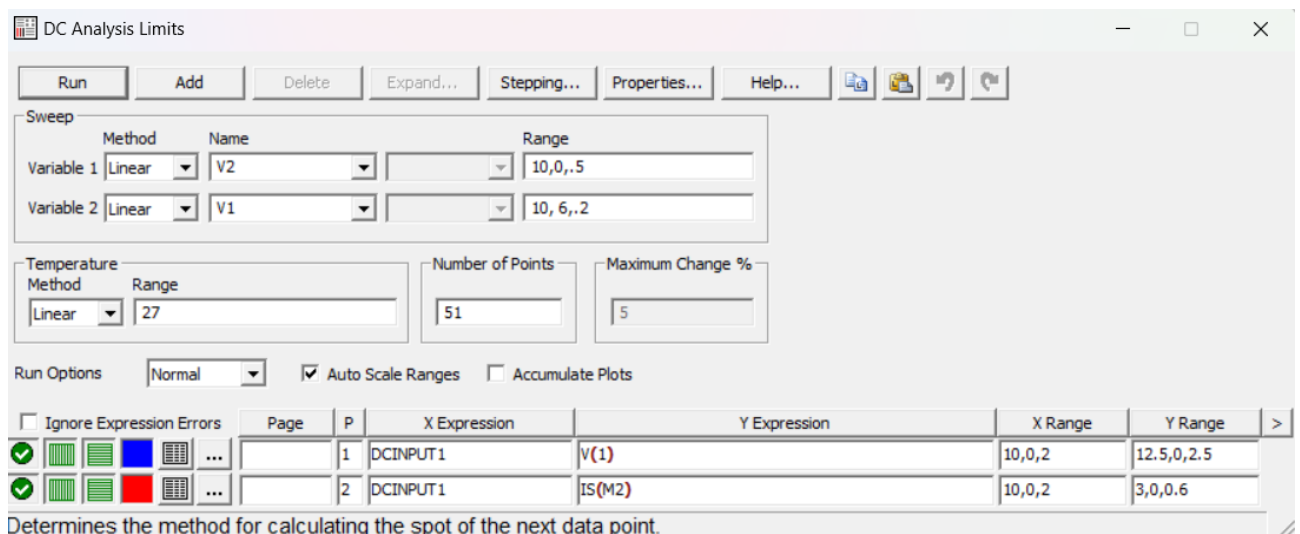


$$T_{01}=0.011\text{мкс}$$

$$T_{10}= 0.105\text{мкс}$$

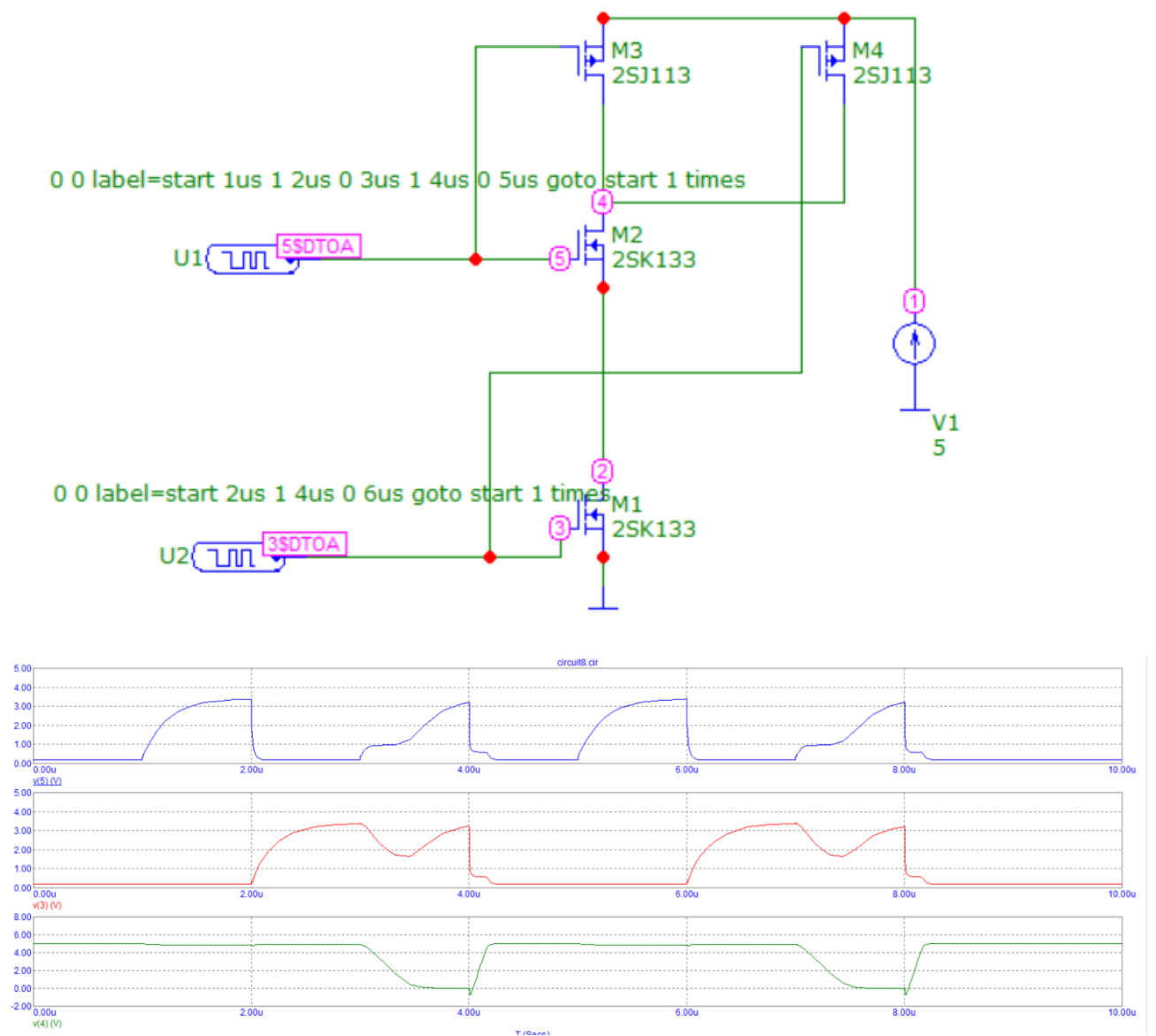
$$T_{\text{зад}} = 0.058\text{мкс}$$

Передаточная характеристика:

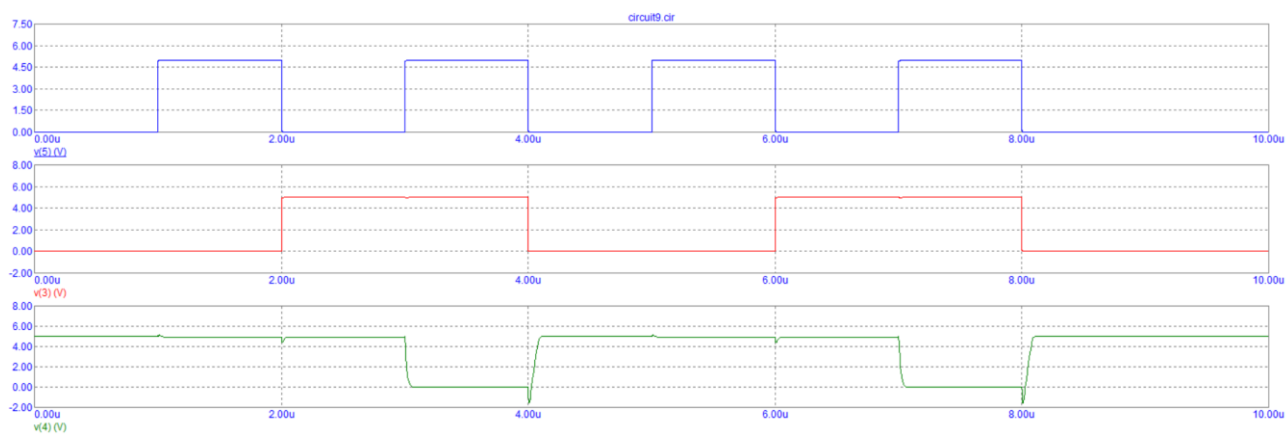
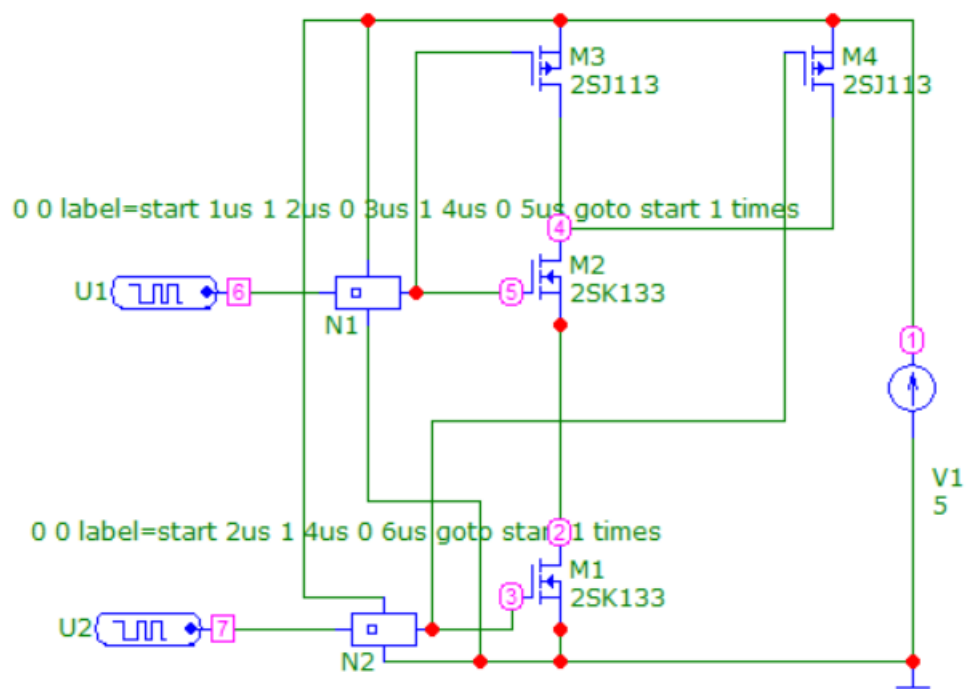


Максимальный ток при 10В – 2.2А

Схема НЕ-И:



В данной схеме не правильно вводятся входные сигналы, поэтому добавим интерфейсы токов:



Получена корректная схема НЕ-И.

Обозначение НЕ-И:

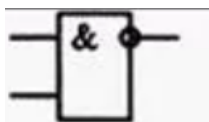


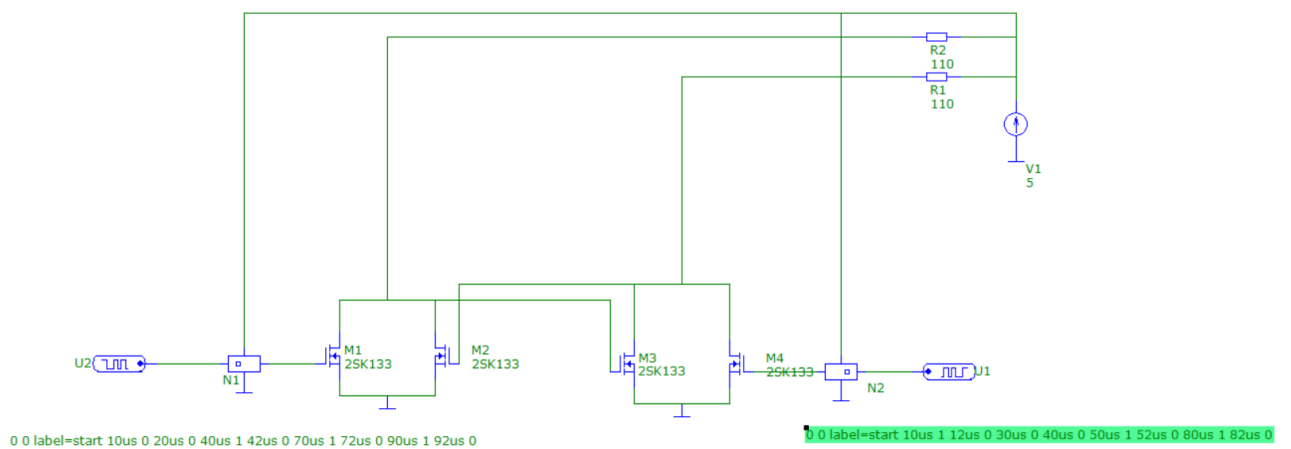
Таблица истинности:

X	Y	НЕ X И Y
0	0	1

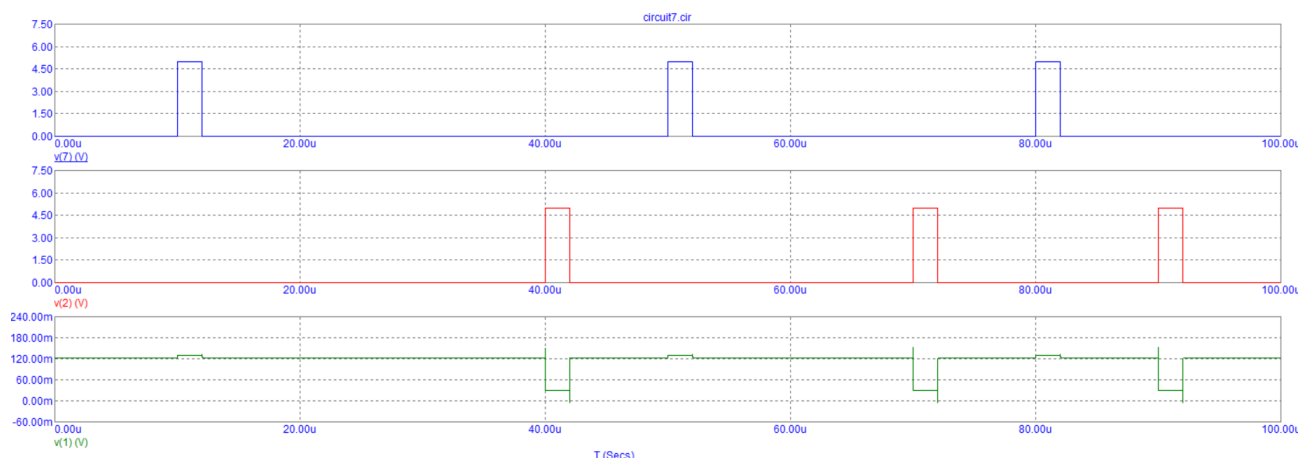
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Эксперимент 9

Создадим триггер на pmos транзисторах:



Полученная картина:



К сожалению, этот триггер не заработал.